

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра механики, мехатроники и робототехники

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« 15 » 12

2017 г.



### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ И СПИРАЛИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ДЕТАЛИ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ФОРМЫ

Методические указания по выполнению лабораторной работы по  
курсу «Основы эргономики и дизайна бытовых мехатронных  
приборов» для студентов направления 15.03.06 «Мехатроника и  
робототехника»

Курск 2017

УДК 62.231

Составители Л.Ю. Ворочаева, Е.Н. Политов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *В.Я. Мищенко*

**Использование кинематической операции и спирали для построения детали криволинейной формы:** методические указания по выполнению лабораторной работы по курсу «Основы эргономики и дизайна бытовых мехатронных приборов» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Л.Ю. Ворочаева, Е.Н. Политов. Курск, 2017. 26 с.

Методические указания содержат сведения по построению трехмерной модели крыльчатки в программном пакете Компас. Приведены варианты задания, пример проектирования модели крыльчатки и создания основных конструктивных элементов.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утверждённой учебно-методическим объединением (УМО).

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ.л. 1,4. Уч.-изд.л. 1,3. Тираж 30 экз. Заказ. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## Содержание

Задание	4
Ход выполнения работы	5
Контрольные вопросы	26
Рекомендательный список литературы	26

Методические указания направлены на формирование следующих компетенций:

ПК-7 – готовность участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок.

### Задание

Необходимо построить трехмерную модель крыльчатки, аналогичной показанной на рис. 1, с параметрами, приведенными в табл. 1. Для построения криволинейных лопастей крыльчатки использовать кинематическую операцию и спираль.

Выполнить отчет о проведении работы, описать последовательность действий и используемые для построения детали команды.

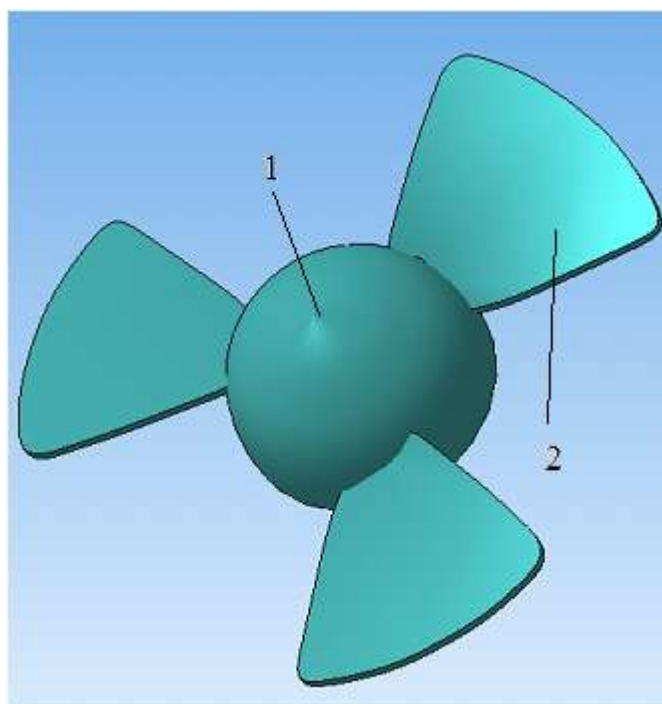


Рис. 1 Трехмерная модель крыльчатки: 1 – центральная часть, 2 - лопасть

Табл. 1 - Параметры крыльчатки

№	D, мм	H, мм	D <sub>о</sub> , мм	b, мм	t, мм	N
1	40	25	100	1,0	50	3
2	50	30	106	1,1	60	4

3	60	28	110	1,2	70	5
4	70	36	116	1,3	80	3
5	80	42	120	1,4	90	4
6	90	51	126	1,5	55	5
7	100	20	130	1,6	65	3
8	42	24	136	1,7	75	4
9	54	26	140	1,8	85	5
10	62	31	146	1,9	95	3
11	78	34	150	2,0	50	4
12	84	36	100	2,1	60	5
13	96	40	104	2,2	70	3
14	44	42	110	2,3	80	4
15	52	44	114	2,4	90	5
16	68	24	120	2,5	55	3
17	74	28	124	1,0	65	4
18	86	35	130	1,1	75	5
19	94	31	134	1,2	85	3
20	48	26	140	1,3	95	4
21	56	28	144	1,4	50	5
22	62	34	150	1,5	60	3
23	74	40	100	1,6	70	4
24	82	24	104	1,7	80	5

В табл. 1 приняты обозначения:

$D$  – диаметр центральной части,

$H$  – высота центральной части,

$D_0$  – диаметр крыльчатки,

$b$  – толщина сечения лопасти,

$t$  – шаг спирали при построении лопасти,

$N$  – число лопастей.

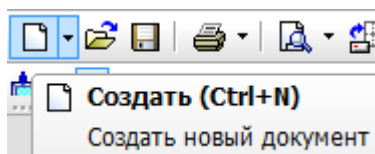
Если численные значения параметров не указаны в табл. 1, используйте значения, приведенные в примере выполнения работы.

## Ход выполнения работы

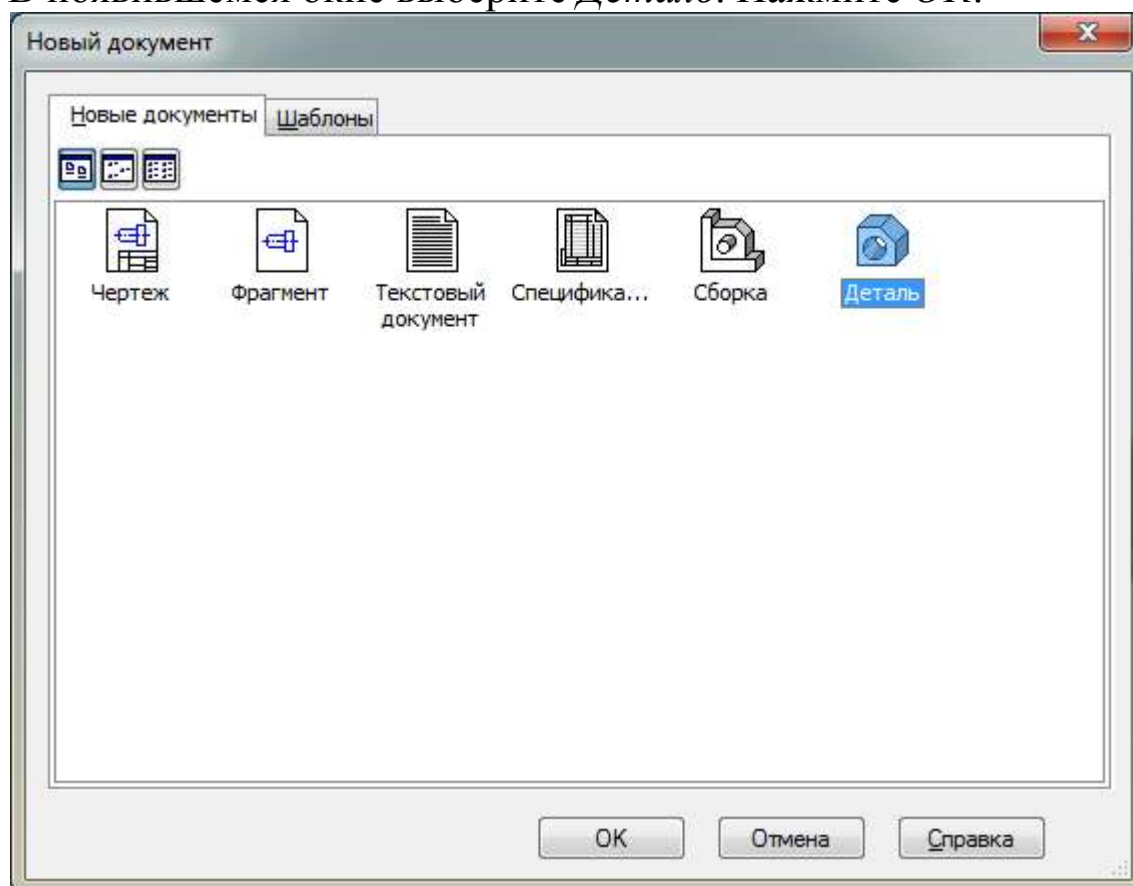
Рассмотрим пример построения крыльчатки со следующими параметрами.

D, мм	H, мм	D <sub>о</sub> , мм	b, мм	t, мм	N
40	24	104	1,5	50	3

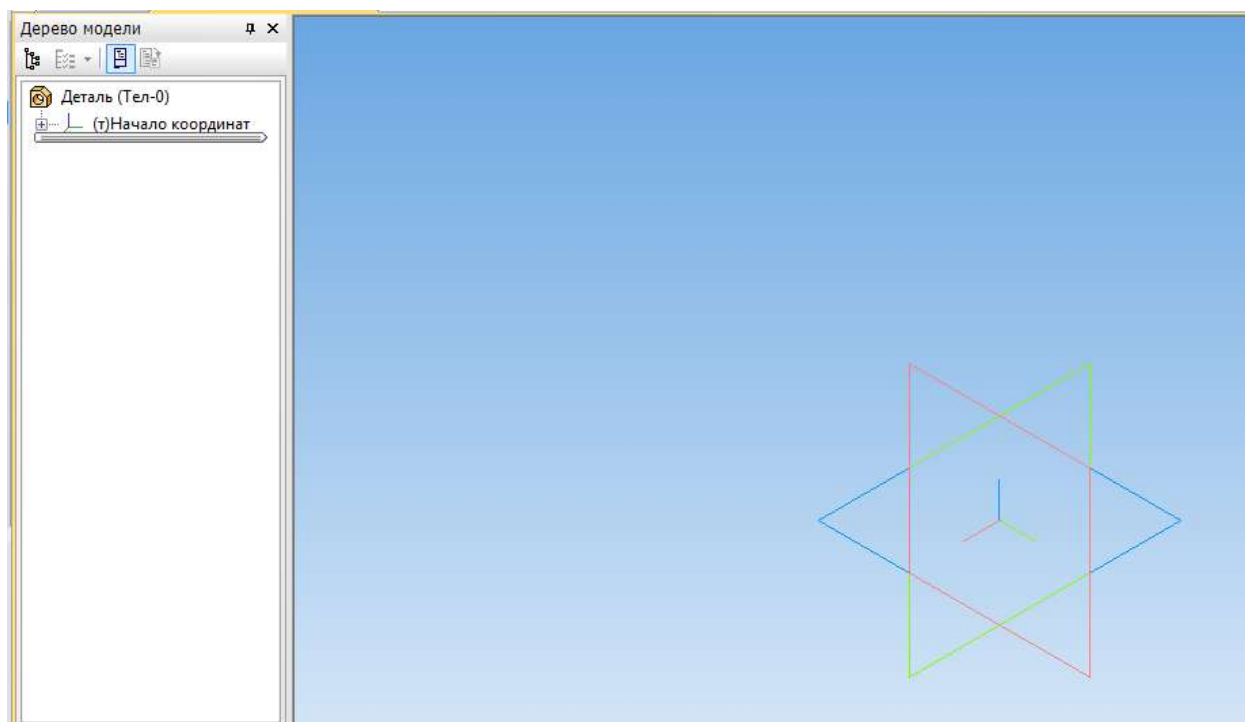
Для создания файла детали нажмите *Создать* на *Панели инструментов*.



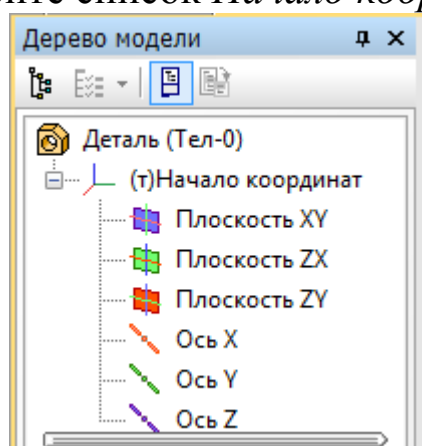
В появившемся окне выберите *Деталь*. Нажмите *ОК*.



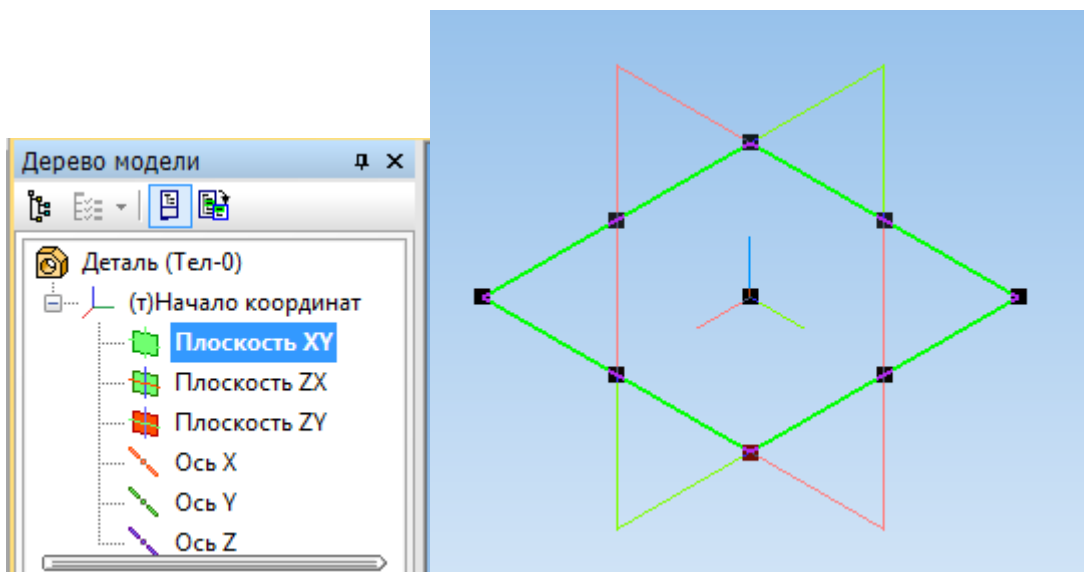
Появляется окно детали.




Выберите плоскость, в которой будем выполнять эскиз. Для этого в *Дерево модели* раскройте список *Начало координат*





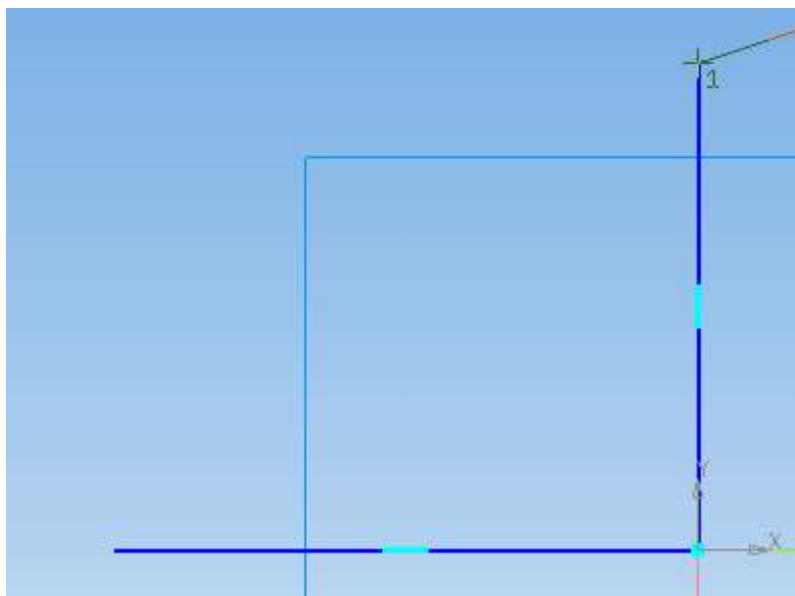
и выберите *Плоскость XY*, нажав по ней левой клавишей мыши. *Плоскость XY* будет выглядеть следующим образом.



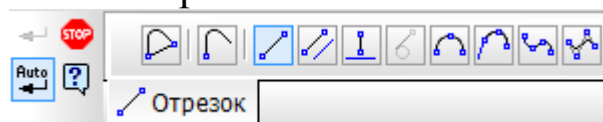
На верхней панели выберите *Эскиз* .

Постройте эскиз центральной части крыльчатки, для придания объема эскизу примените операцию вращения.

На панели *Геометрия*  выберите *Непрерывный ввод объекта* . Проведите горизонтальную линию, совпадающую с осью X, так, чтобы она заканчивалась в начале координат (используйте автоматически срабатывающую привязку Выравнивание), после этого из начала координат постройте вертикальную линию произвольной длины

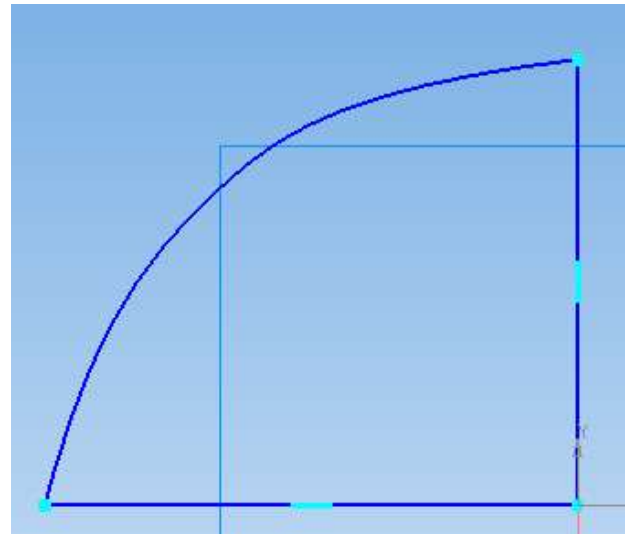
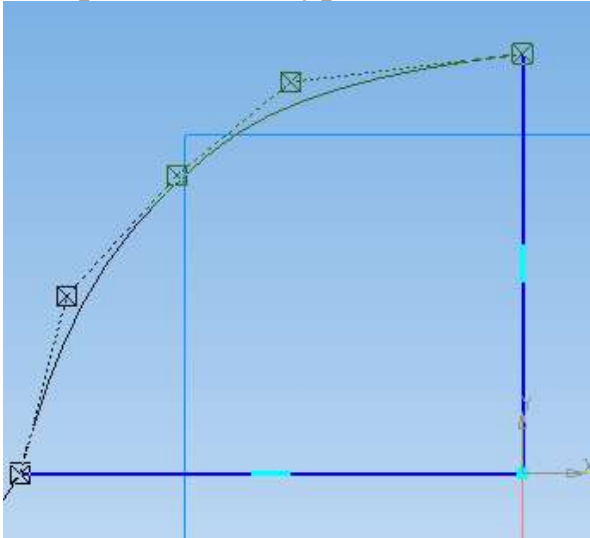




На панели свойств выберите стиль линии – *NURBS-кривая* .

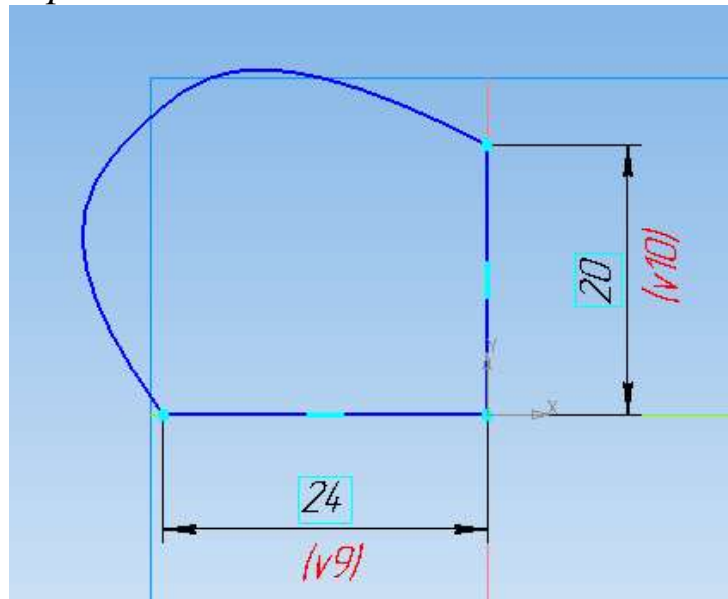




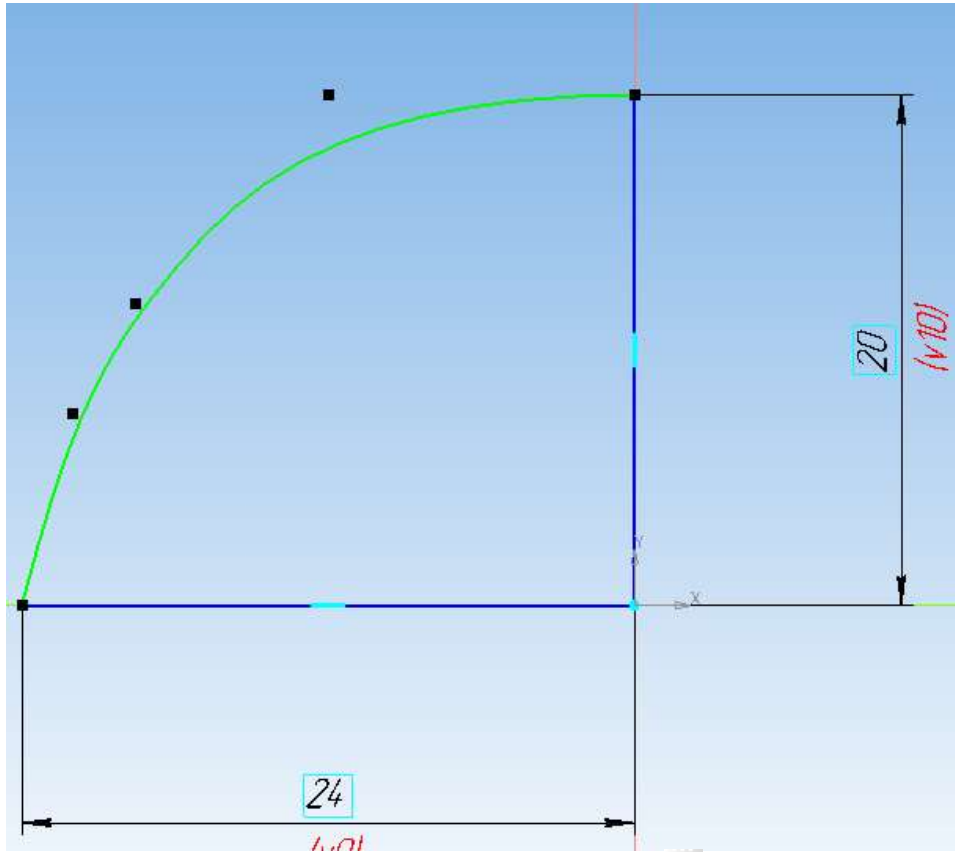
Постройте кривую по трем-четырем точкам, как показано ниже, причем последняя точка кривой совпадает с начальной точкой построения контура.



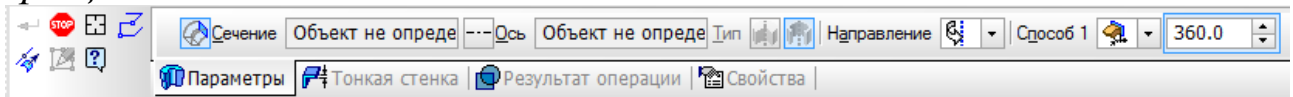
Задайте длины вертикального и горизонтального участков  $D/2=20$  мм и  $H=24$  мм соответственно, используя команду *Линейный размер*  вкладки *Размеры* .



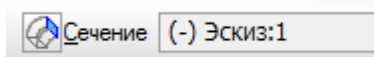
Точки, по которым строится NURBS-кривая, можно передвинуть левой клавишей мыши.



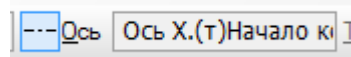
На панели *Редактирование детали* выберите *Операцию вращения*.



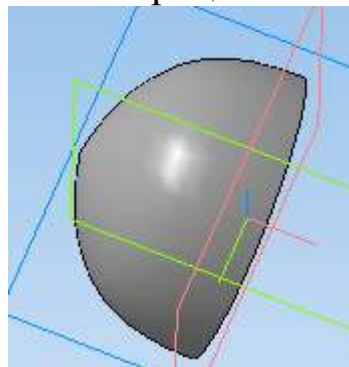
На панели свойств нажмите на вкладку *Сечение* и в *Дереве модели* укажите *Эскиз 1*.






Теперь нажмите на окно *Ось* и укажите в *Дереве модели* ось, вокруг которой будет вращаться эскиз, - ось X.

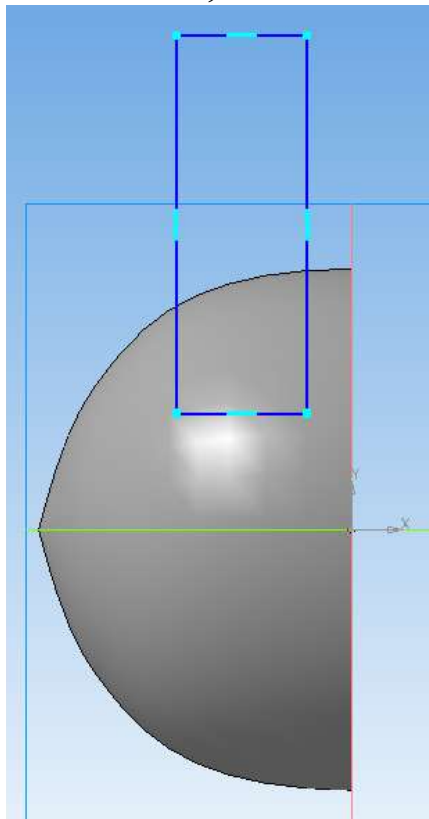




Подтвердите выполнение операции.

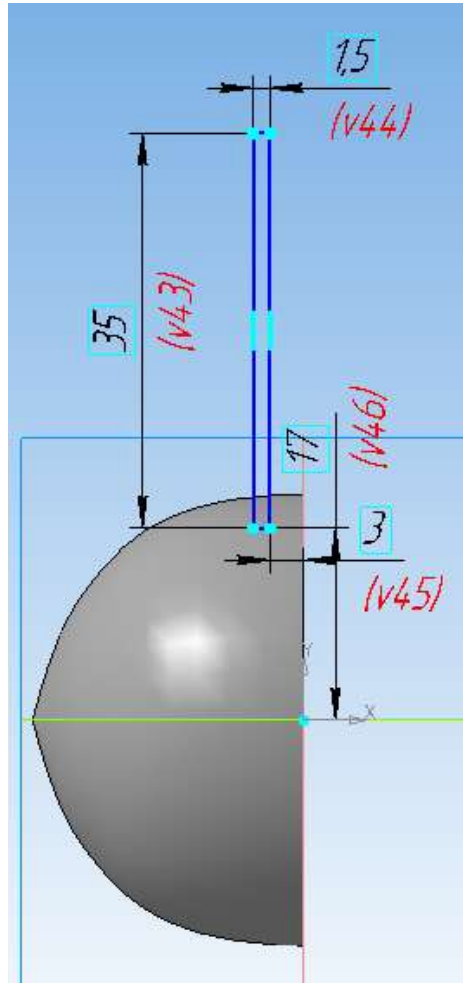


Перейдем к построению эскиза сечения лопасти. В *Дереве модели* выберите *Плоскость XY* и нажмите кнопку *Эскиз* .


Воспользуйтесь командой *Прямоугольник*  панели *Геометрия*  и нарисуйте прямоугольник так, как показано ниже.

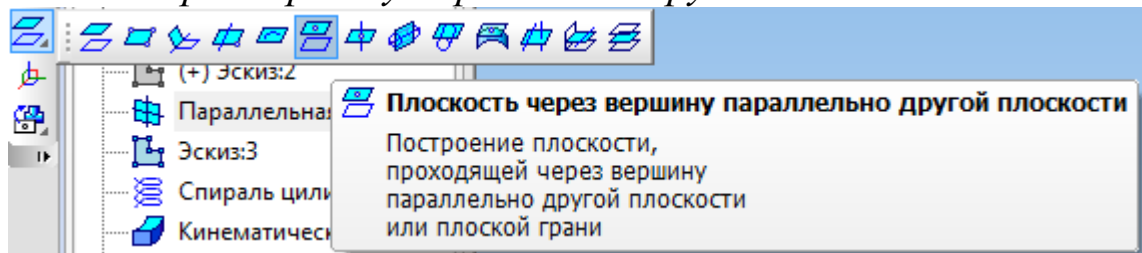


Исходя из диаметра крыльчатки  $D_0=104$  мм, задайте размеры прямоугольника: высота 35 мм, ширина 1,5 мм, а также для однозначного расположения прямоугольника на плоскости укажите вертикальный и горизонтальный размеры между началом координат и нижней правой точкой объекта: 17 мм и 3 мм соответственно, используя команду *Линейный размер*  вкладки *Размеры* .

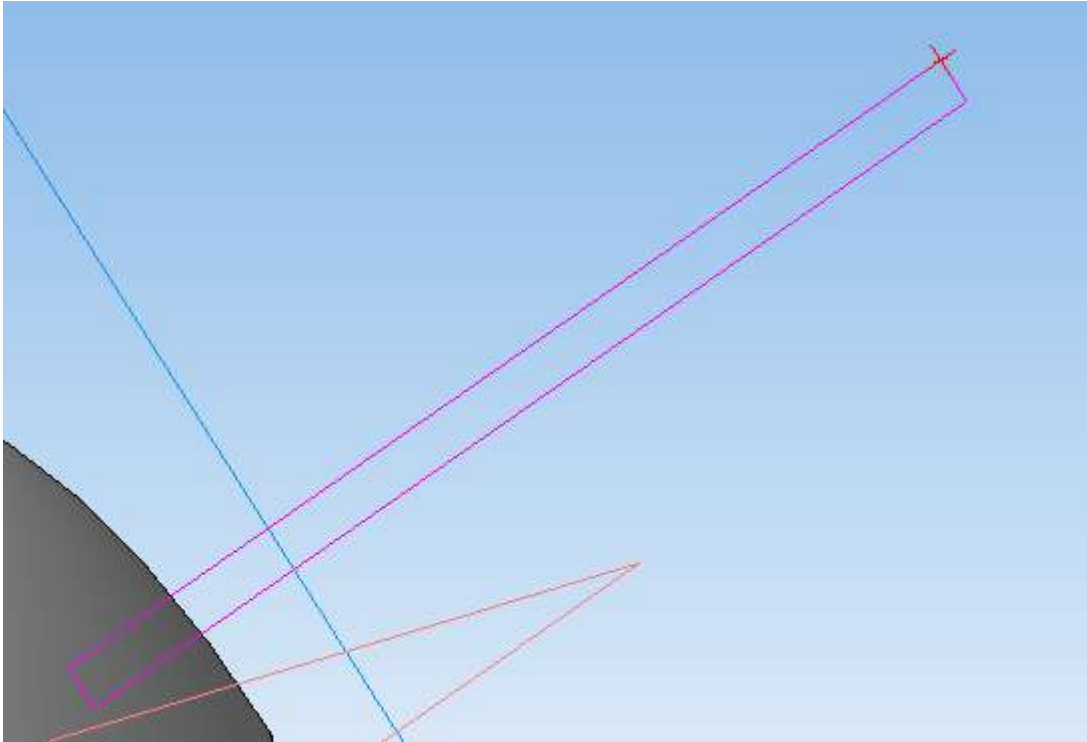


Выйдите из эскиза, нажав .

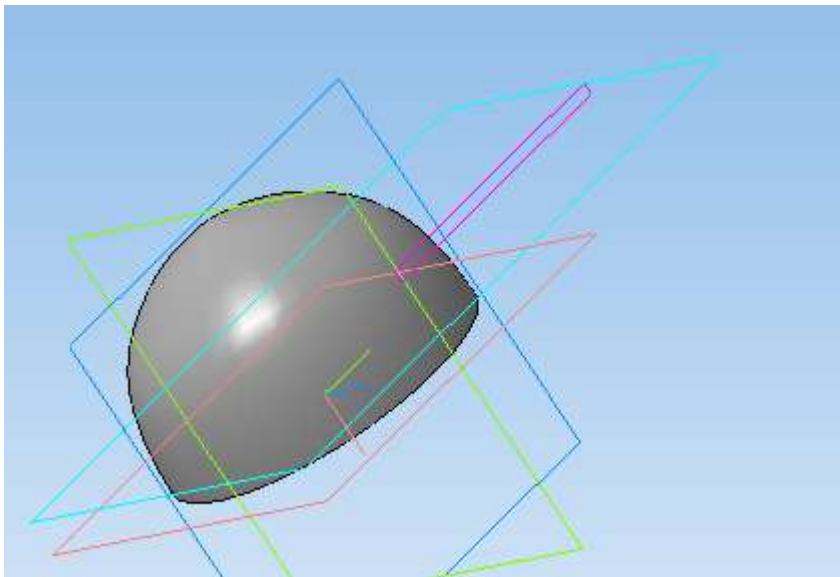
Для получения направляющей для лопасти необходимо построить вспомогательную плоскость, проходящую через наиболее удаленную от начала координат вершину ранее построенного прямоугольника. Для этого на панели *Вспомогательная геометрия*  выберите *Плоскость через вершину параллельно другой плоскости*.





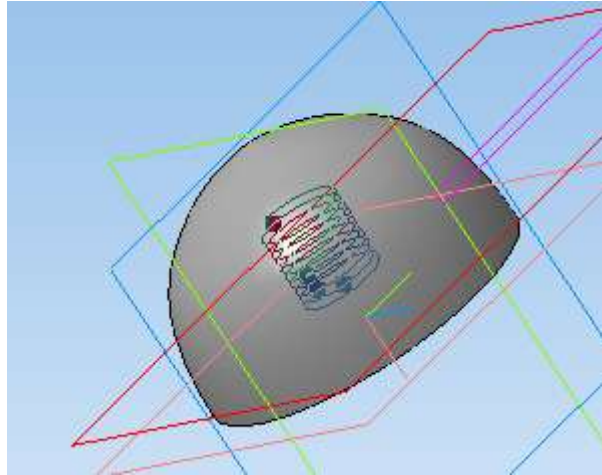
Укажите вершину прямоугольника, через которую должна проходить вспомогательная плоскость.



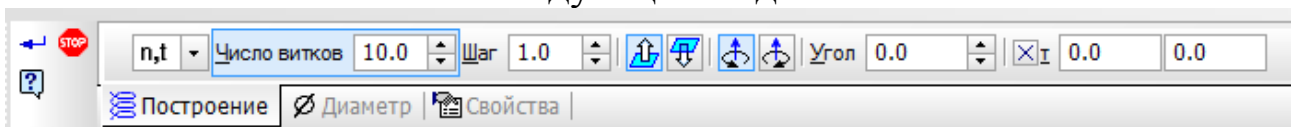
Затем в *Дереве модели* укажите плоскость, параллельно которой должна быть построена вспомогательная. В рассматриваемом случае это *Плоскость ZY*, в которой лежит основание центральной части крыльчатки.



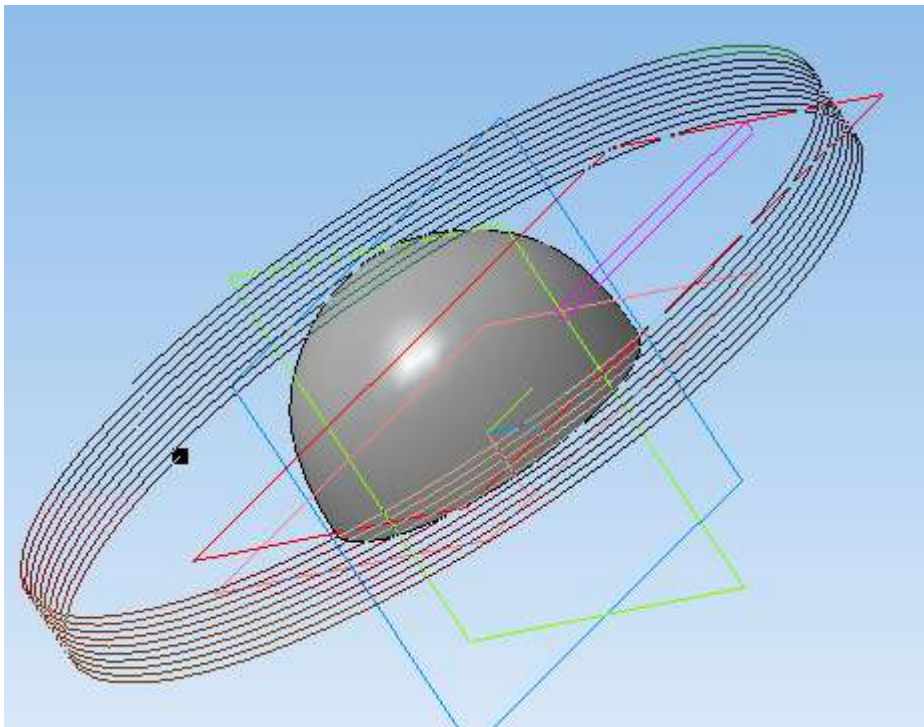
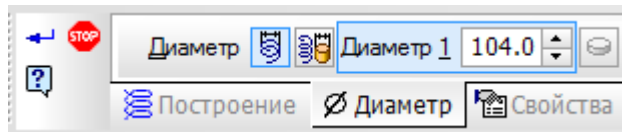
Для того чтобы лопасти крыльчатки были изогнутыми, необходимо построить спираль на вспомогательной плоскости. Выделите последнюю в *Дереве модели* и на вкладке *Пространственные кривые*  выберите команду *Спираль цилиндрическая* .



Панель свойств имеет следующий вид.

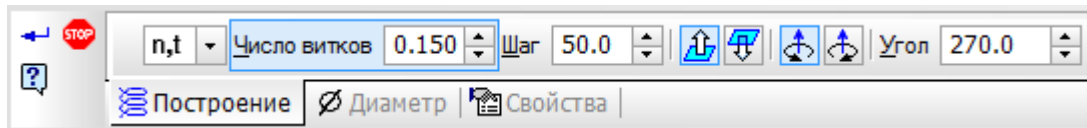


Переключитесь на вкладку *Диаметр* и укажите его численное значение, равное удвоенному расстоянию между началом координат и наиболее удаленной от него стороной прямоугольника в сечении лопасти, 104 мм.

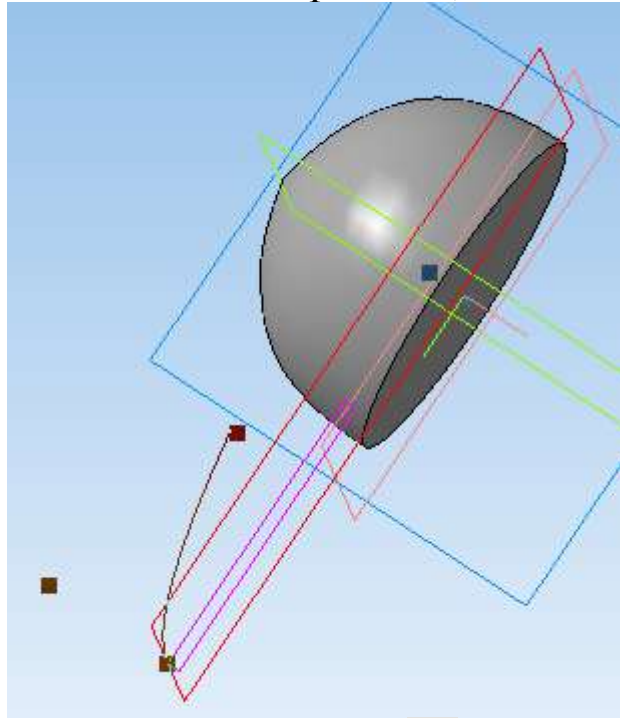


Перейдите на вкладку построение и укажите число витков 0,15, шаг 50 мм, угол  $270^{\circ}$ .

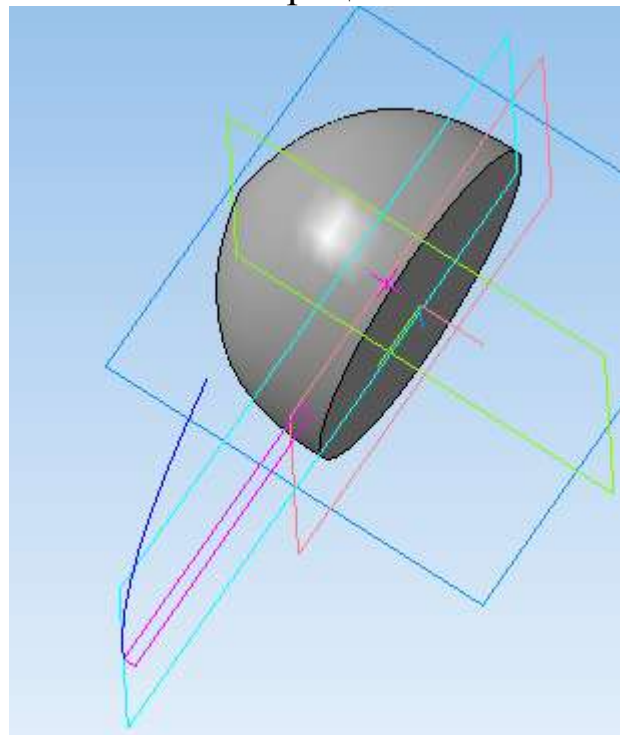






Спираль принимает следующий вид: она начинается на вспомогательной плоскости и совершает 0,15 витка.

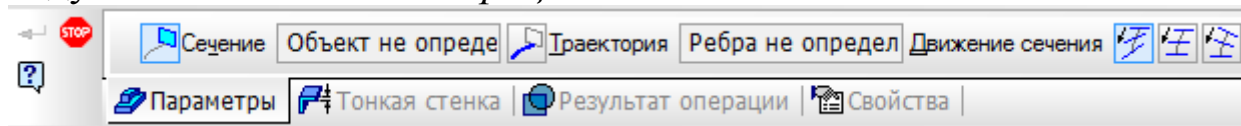


Подтвердите выполнение операции .




Спираль-направляющая для построения лопасти готова.

Перейдите на панель *Редактирование детали*  и выберите команду *Кинематическая операция* .

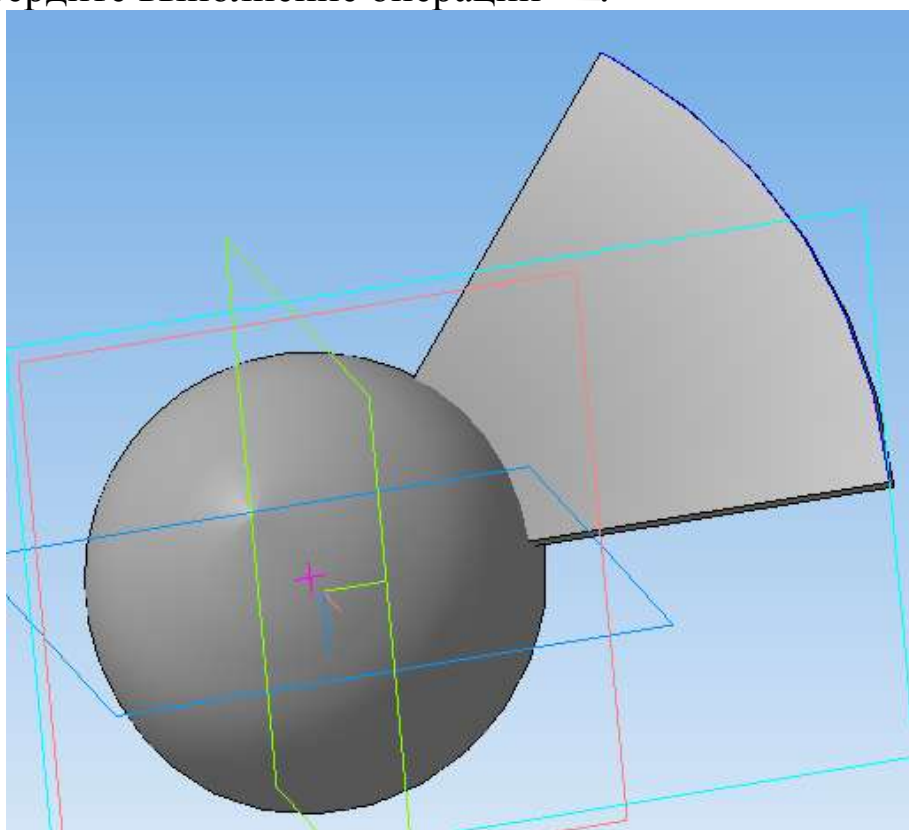


На панели свойств нажмите по окну *Сечение* и в *Дереве модели* укажите эскиз, в котором строился прямоугольник, т.е. Эскиз 2. Перейдите на окно *Траектория* и выберите в *Дереве модели* *Спираль цилиндрическая 1*.



Для удобства дальнейшей работы с лопастью необходимо выполнить ее как отдельное тело. Переключитесь на вкладку *Результат операции* панели свойств и выберите *Новое тело* .



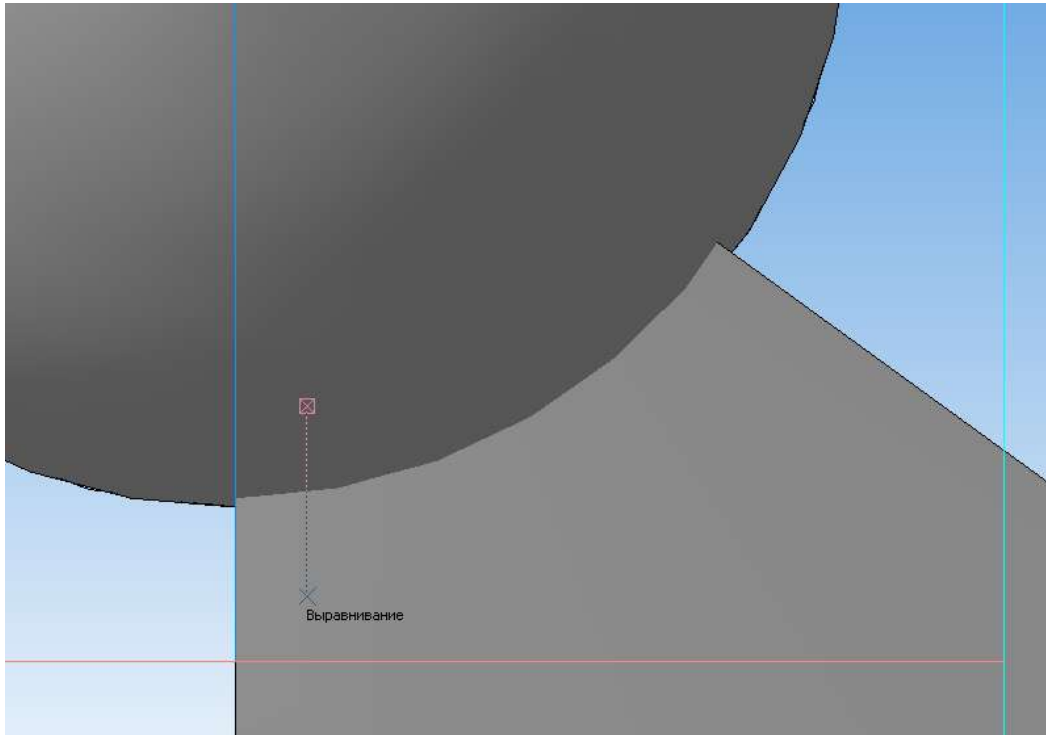
Подтвердите выполнение операции .



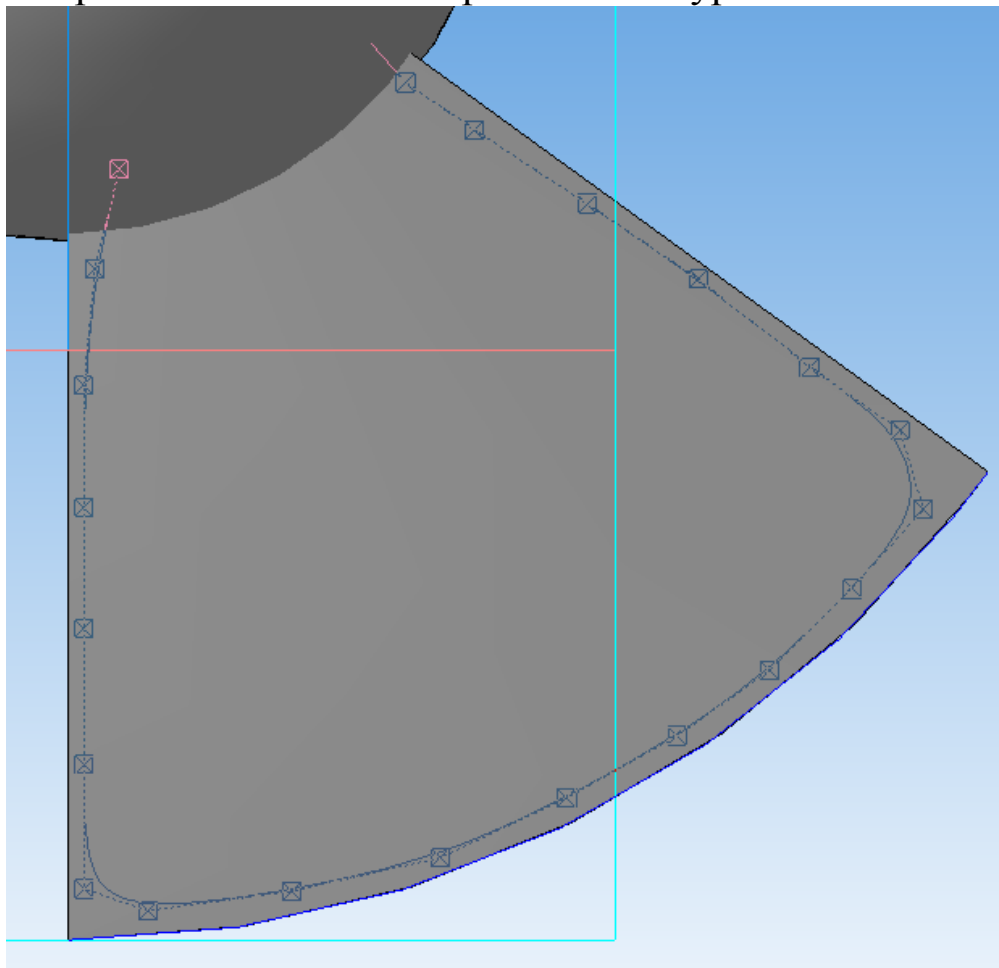
В *Дереве модели* выберите *Плоскость ZY* и нажмите *Эскиз* .


На панели *Геометрия*  выберите команду *NURBS-кривая*  и начните строить кривую в плоскости эскиза с произвольной точки, лежащей на центральной части крыльчатки.

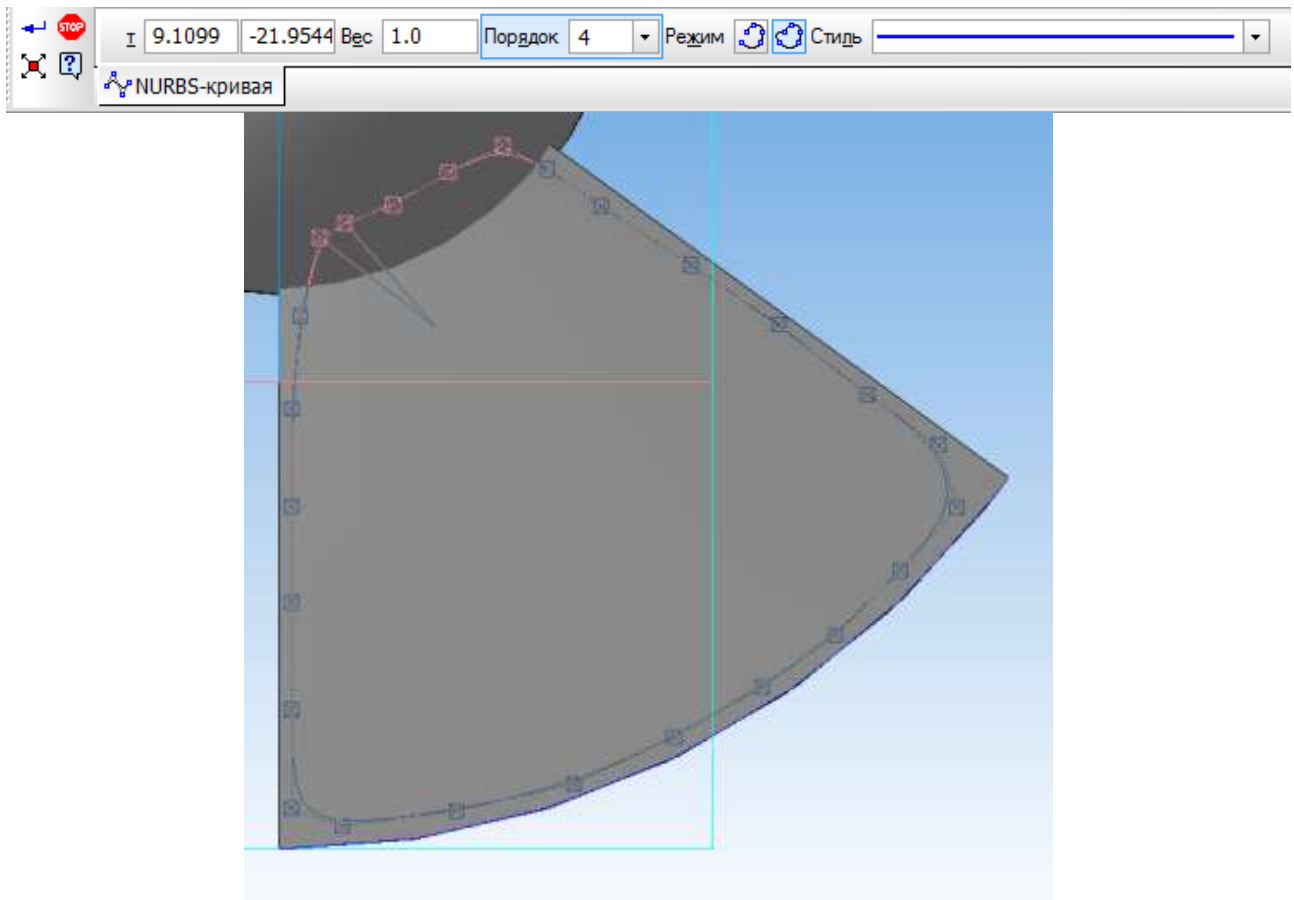




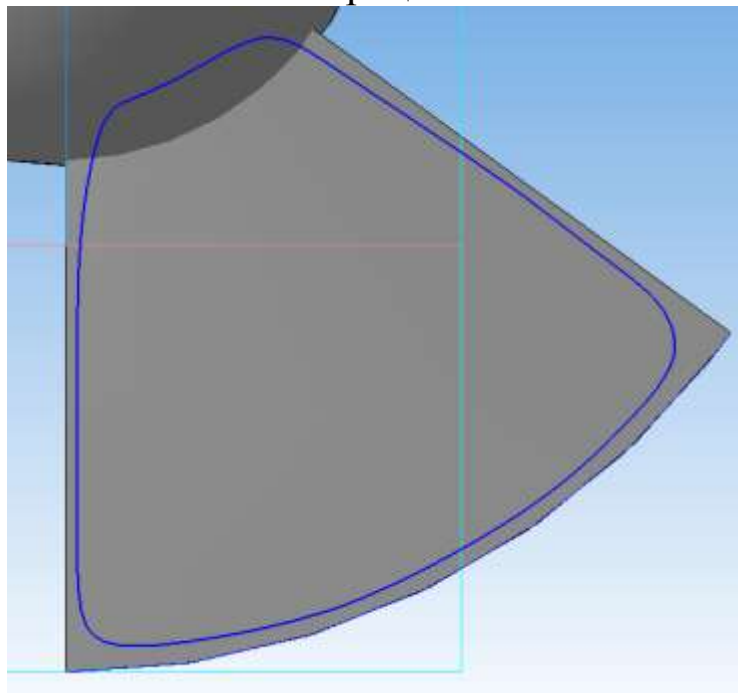
Располагайте точки кривой так, чтобы все они лежали внутри лопасти и приблизительно повторяли ее контур.

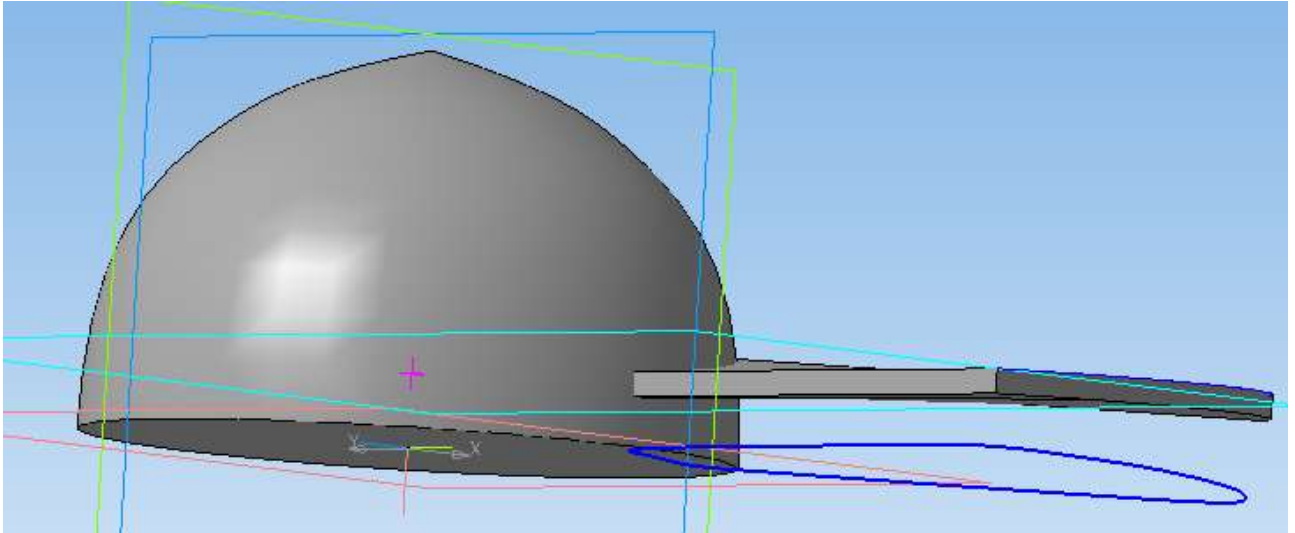




Теперь продолжайте кривую по центральной части крыльчатки. Для замыкания контура на панели свойств выберите *Замкнутый объект* .

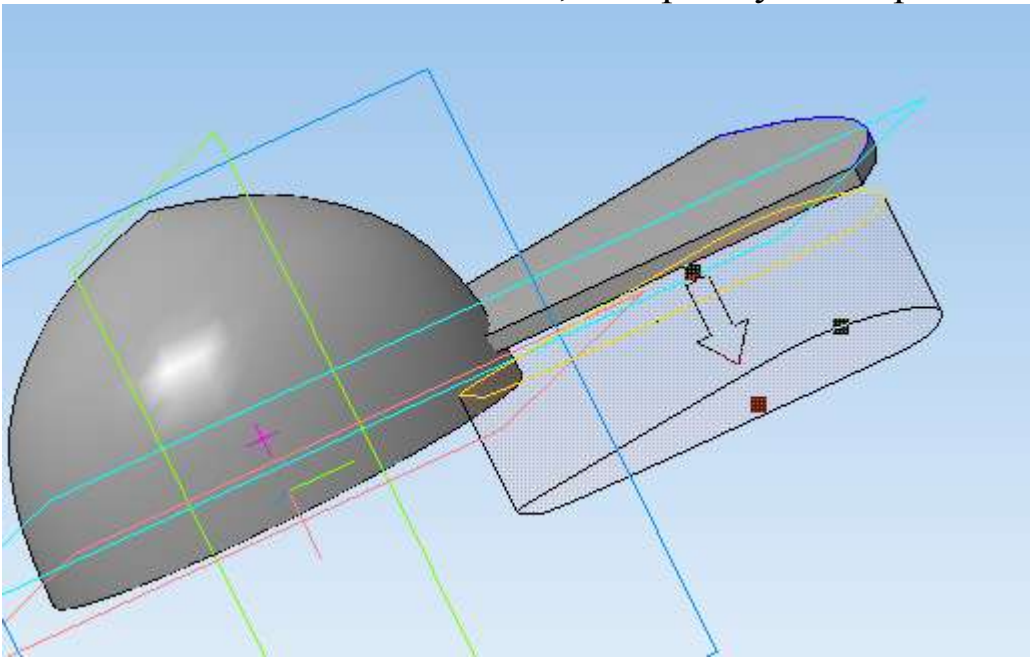


Подтвердите выполнение операции .

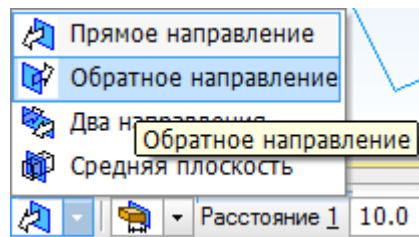


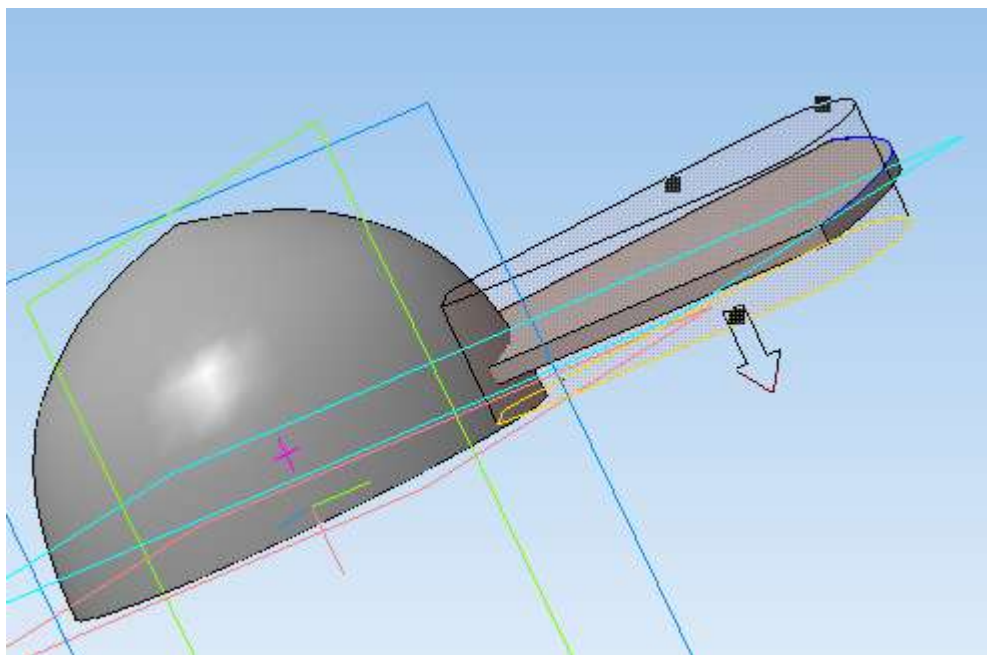


Перейдите на панель *Редактирование детали*  и выберите команду *Вырезать выдавливанием* . Программа показывает направление выдавливания и область, которая будет вырезана.



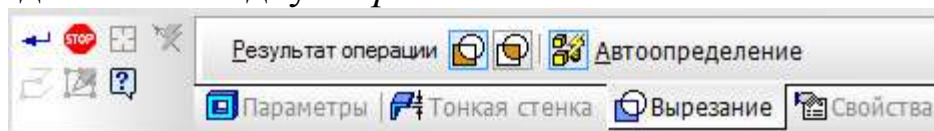
В рассматриваемом случае необходимо изменить направление на противоположное, для этого на панели свойств выберите *Обратное направление*.







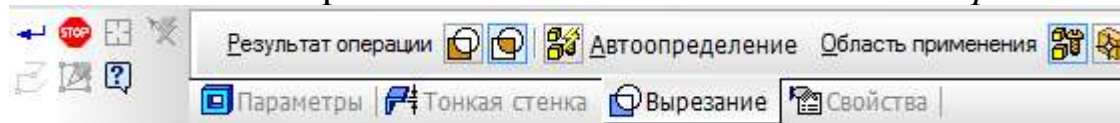
Расстояние вырезания задайте таким, чтобы его было достаточно для «обрезания» лопасти, например, 20 мм.


Перейдите на вкладку *Вырезание* панели свойств

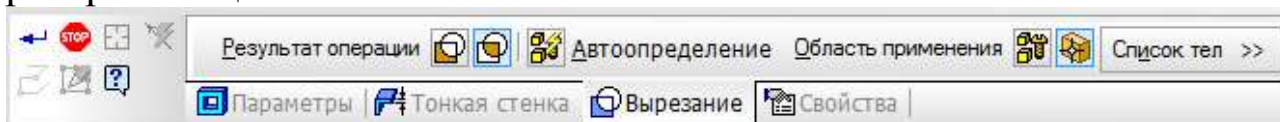


и выберите *Результат операции Пересечение элементов* , при этом область пересечения элементов (NURBS-кривой и лопасти) останется без изменений, а часть лопасти вне пересечения будет вырезана.

Для того чтобы не вырезать центральную часть крыльчатки вне пересечения, необходимо указать, что данная операция распространяется только на лопасть. Нажмите на *Автоопределение*  панели свойств. При этом появляется окно *Область применения*.



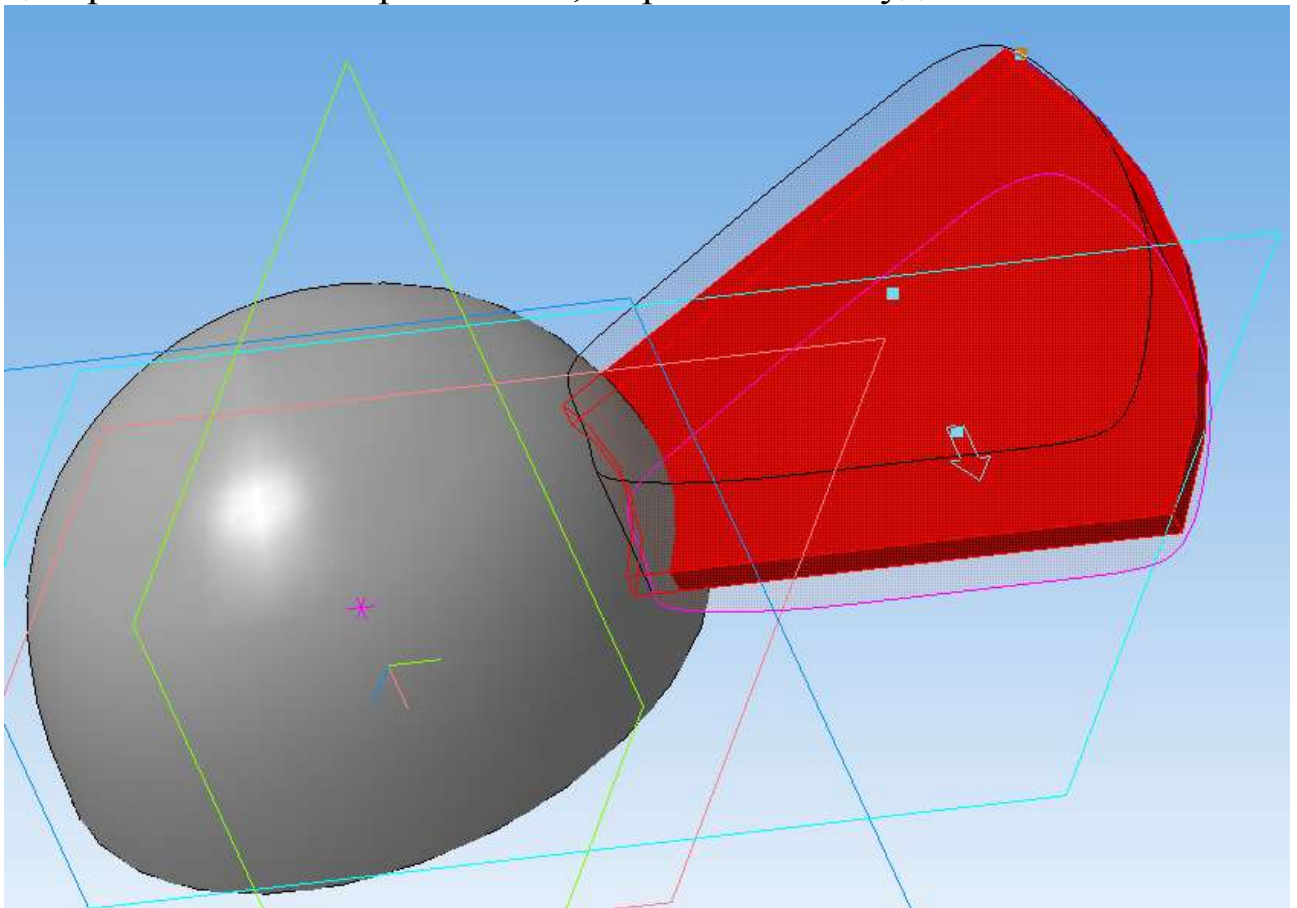
Нажмите на *Выбор тел* . При этом появляется раскрывающийся *Список тел*.




Раскройте список тел и щелкните левой клавишей мыши по лопасти в окне трехмерной модели. Лопасть, сохраненная как Тело 2 (Тело 1 – это центральная часть крыльчатки), появится в списке тел.

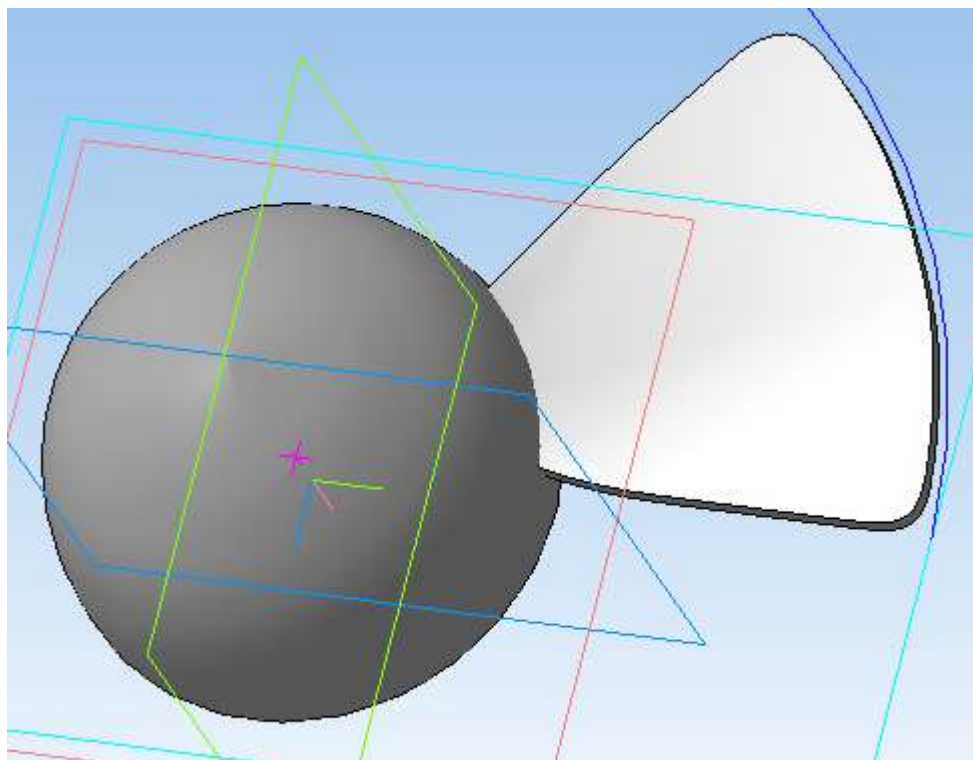




При этом видно, что эскиз NURBS-кривой, расположенный в центральной части крыльчатки, вырезаться не будет.

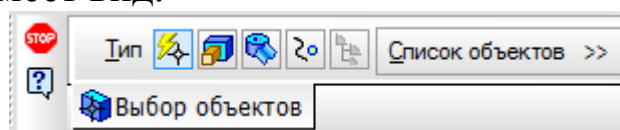



Подтвердите выполнение операции .





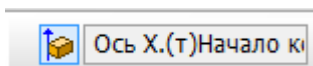
Создайте массив из трех лопастей крыльчатки. Для этого на панели *Массивы*  выберите *Массив по концентрической сетке* . Панель свойств имеет вид.



Выберите *Тела или поверхности*  и укажите в окне трехмерной модели лопасть, она появится в раскрывающемся списке объектов как *Тело 2*.



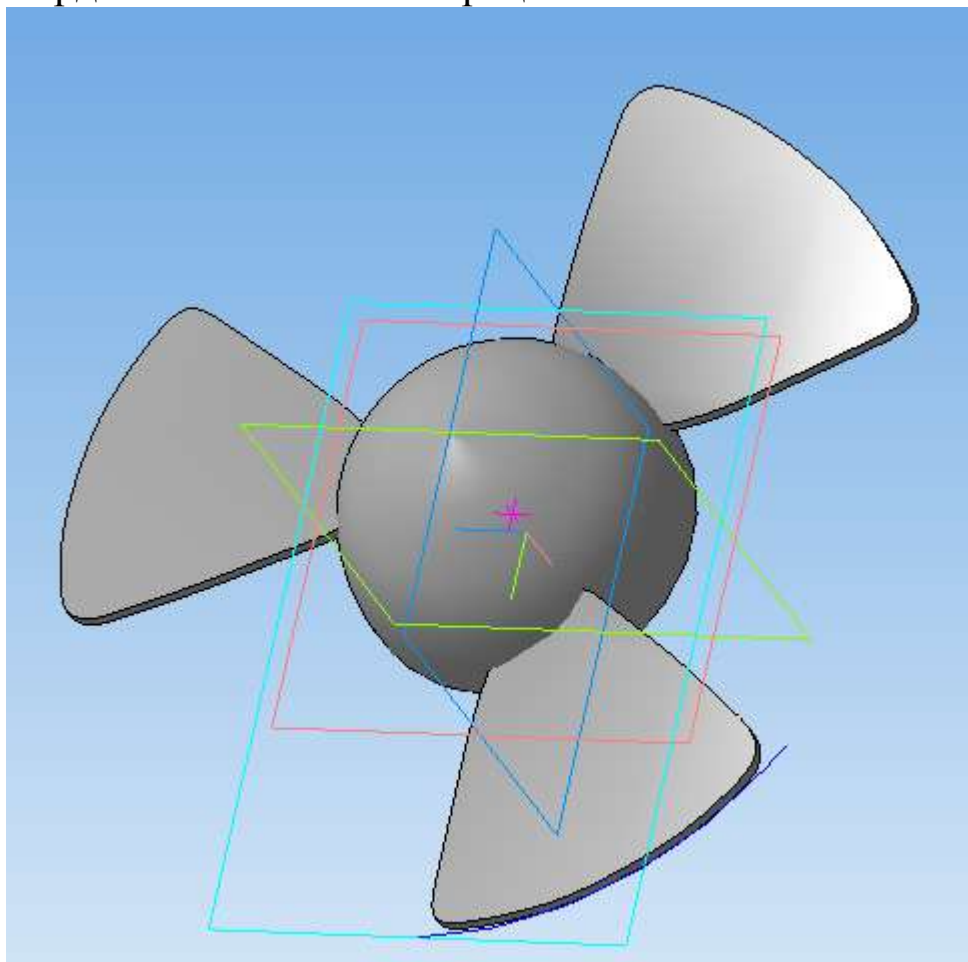
Перейдите на вкладку *Параметры* панели свойств. Нажмите на окно *Ось массива* и в *Дереве модели* выберите ось массива – *Ось X*.



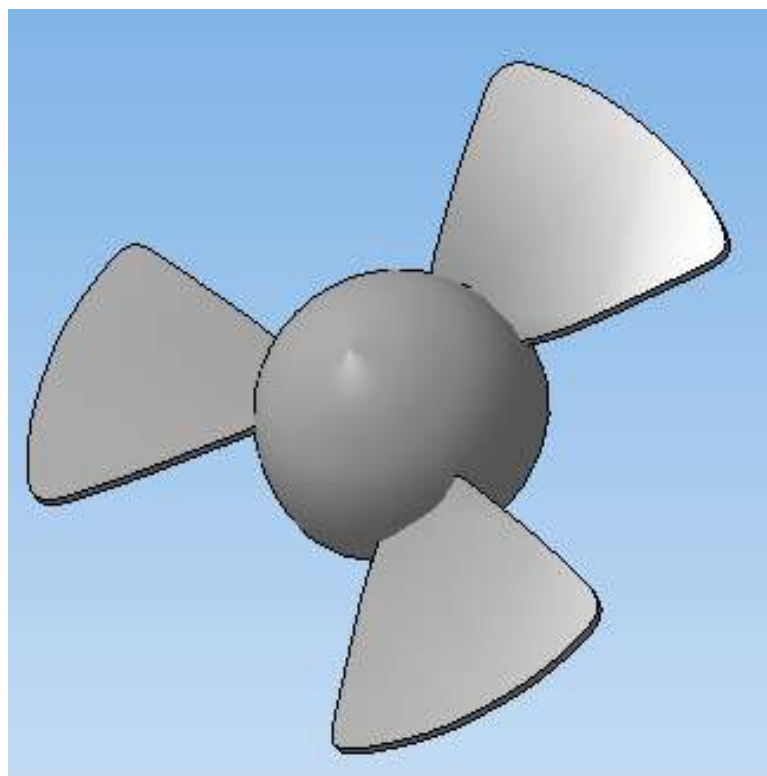
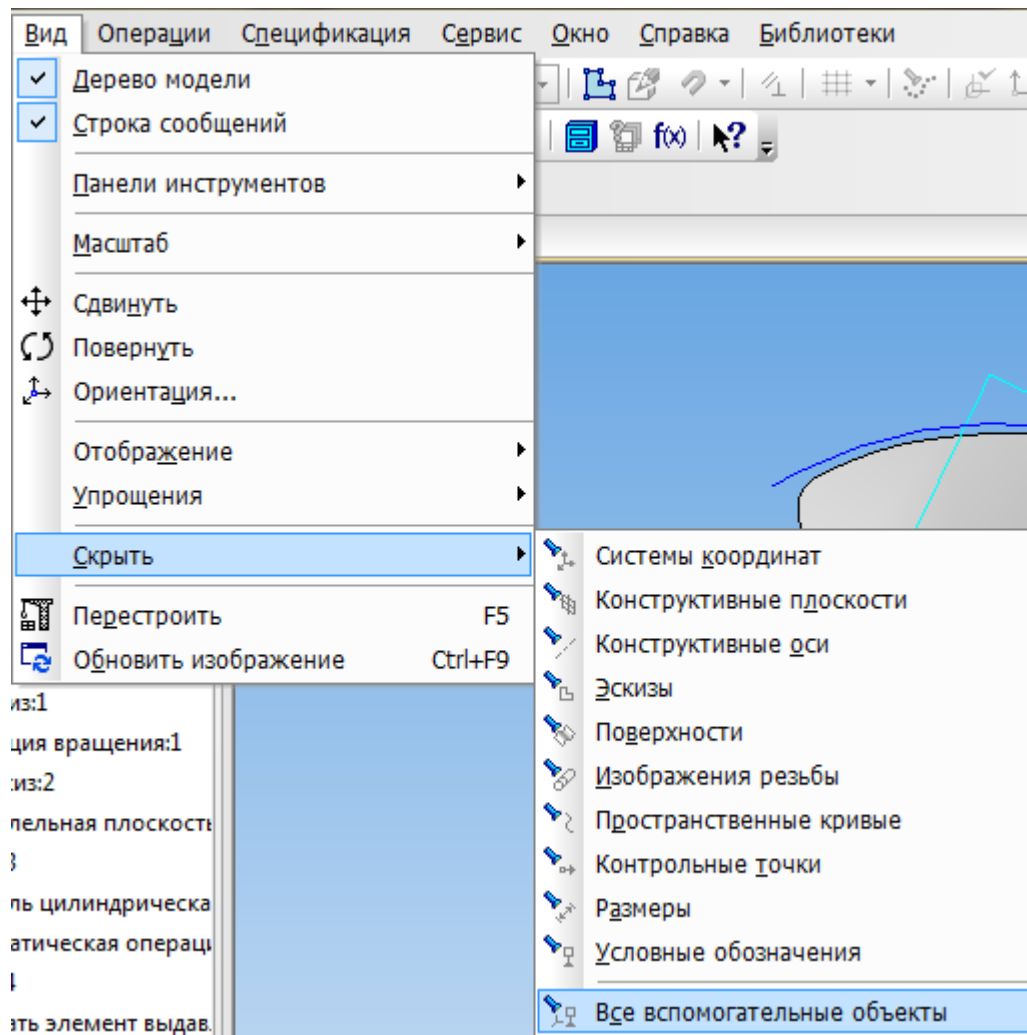
В окне *Количество по кольцевому направлению* укажите число элементов массива – 3.



Подтвердите выполнение операции .

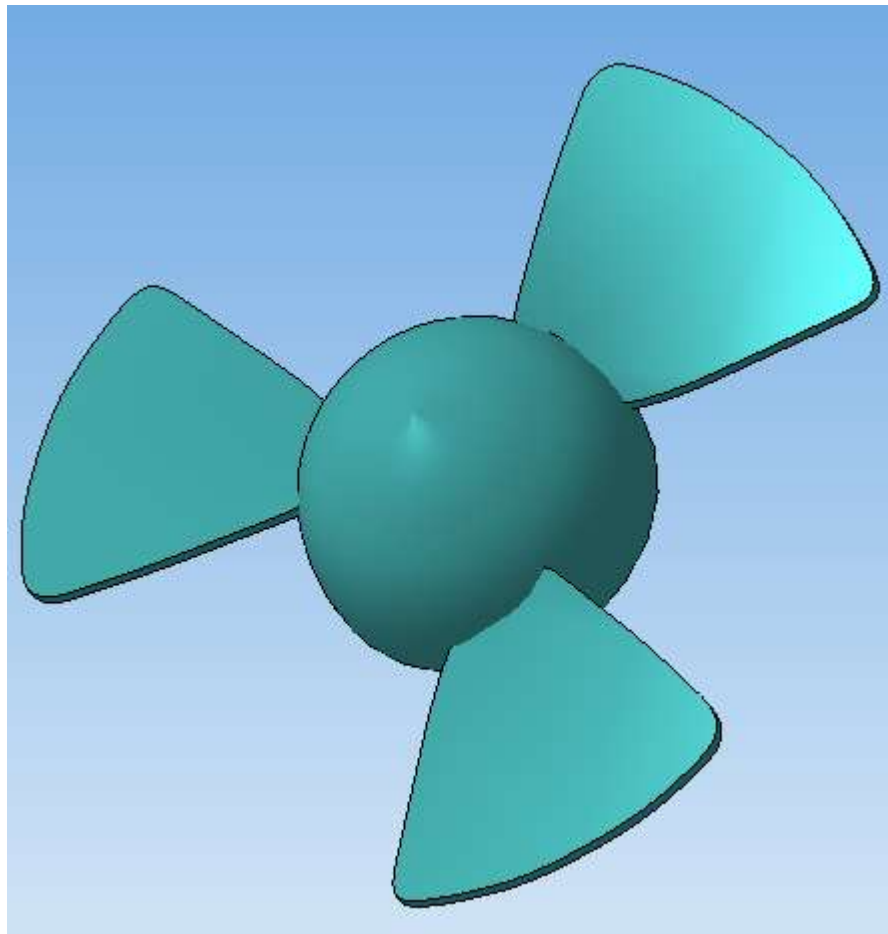
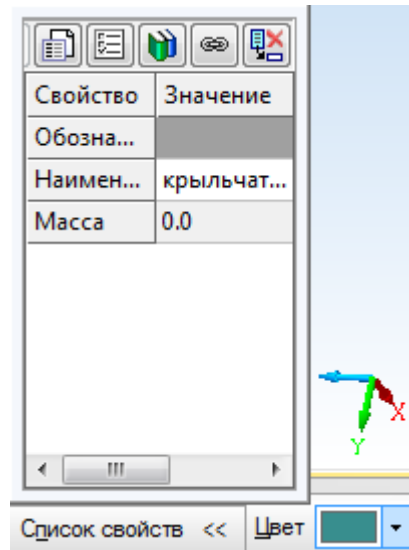


Для лучшей наглядности отключите все вспомогательные объекты, нажав *Вид-Скрыть-Все вспомогательные объекты*.





Задайте свойства детали, нажав правой клавишей мыши по окну трехмерной модели



### **Контрольные вопросы**

1. Для чего в работе используется непрерывный ввод объекта?
2. С использованием каких операций строится центральная часть крыльчатки?
3. Какие операции применяются для построения лопасти крыльчатки?
4. Для чего используется кинематическая операция и спираль?
5. Для чего необходима NURBS-кривая?
6. Какой вид массивов используется при построении лопастей крыльчатки?

### **Рекомендательный список литературы**

1. Большаков В.П., Бочков А.Л. Основы 3D-моделирования. – Питер. – 2012. - 304 с.
2. Большаков В.П., Тозик В.Т., Чагина А.В. Инженерная и компьютерная графика. - БХВ-Петербург. – 2012. - 208 с.
3. КОМПАС 3D V15. Руководство пользователя. – АСКОН. - 2014. – 526 с.
4. Ганин Н.Б. Трехмерное проектирование в КОМПАС-3D. - ДМК-Пресс. – 2012. - 784 с.
5. Герасимов А.А. Новые возможности КОМПАС-3D V13. Самоучитель. - БХВ-Петербург. – 2011. - 288с.
6. <http://saprblog.ru>.